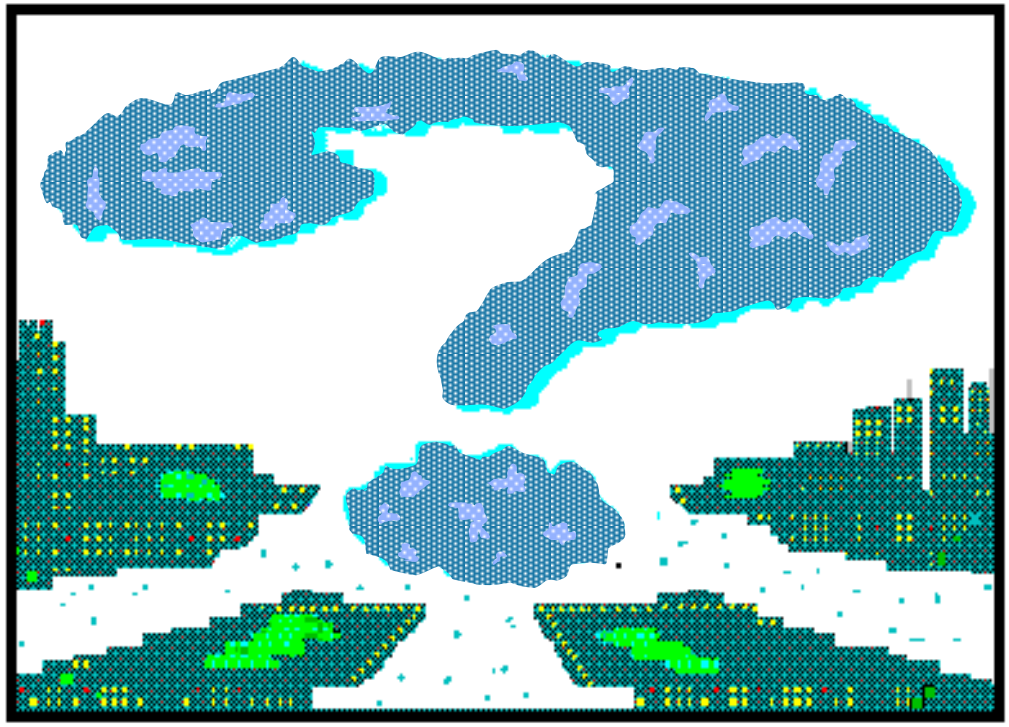
ACS Bull
Association de retraités

Les RONDS-POINTS de l'info



Traitements des déchets radioactifs

Ce document est une production de ACS Bull,
47 bis rue Kléber, 93400 Saint-Ouen.
L'ACS est une association loi de 1901 sans but lucratif.

Décembre 2013 - Rev 0

Jacques SCHELLHORN

© ACS 2013

SOMMAIRE

- *Introduction - Définition des déchets radioactifs*
- *Différentes catégories de déchets radioactifs*
- *Bilan de l'inventaire 2012 des déchets radioactifs en France*
- *L'**A**gence **N**ationale pour la gestion des **D**échets **R**adio**A**ctifs*
- *Le cycle de vie d'un déchet radioactif*
- *Les sites de l'ANDRA pour le stockage*
- *Le centre Meuse - Haute Marne - laboratoire de géologie - Observatoire pérenne de l'environnement - Écothèque, espace technologique*
- *Le projet CIGEO de stockage profond des déchets les plus radioactifs*
- *Conclusion - Bibliographie - Glossaire*

INTRODUCTION

La radioactivité est un phénomène naturel et une propriété que possèdent certains atomes instables pouvant se transformer en un autre atome et en émettant des rayonnements. Des atomes radioactifs se trouvent dans le corps humain, dans certains aliments et dans l'environnement. La radioactivité d'un élément diminue dans le temps plus ou moins rapidement selon sa nature.

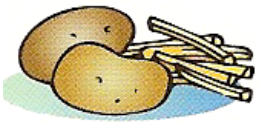
DÉFINITION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

- *Les déchets radioactifs sont des substances radioactives qui ne peuvent être réutilisées et qui doivent être traitées de manière spécifique. On peut citer :*

  Gravats, ferrailles, gants, filtres, résines, blouses, flacons, aiguilles, réveils…
- *Ils peuvent aussi provenir de la maintenance ou du fonctionnement des installations électronucléaires ou de défense, de leur démantèlement, du retraitement du combustible usé, de processus industriels, d'examens et de soins médicaux, d'objets métalliques anciens…*
- *La France, pour protéger l'homme et l'environnement contre les risques radioactifs, a choisi de les stocker dans des installations industrielles adaptées à chaque type de déchet. Elles accueillent 90% des déchets produits.*

Exemples de radioactivité naturelle
(Exprimée en Becquerel)

1 kg d'artichauts : 300 Bq

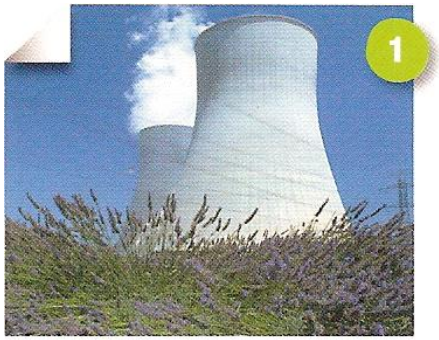


1 kg de pommes de terre : 150 Bq

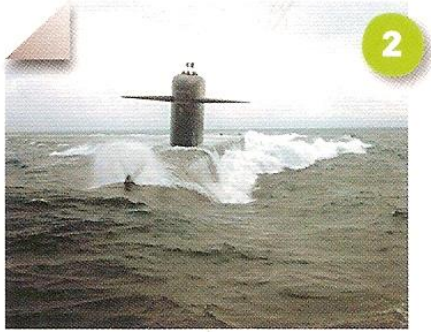
1 litre d'eau minérale : 5 Bq

© ACS 2013

ORIGINE DES DÉCHETS



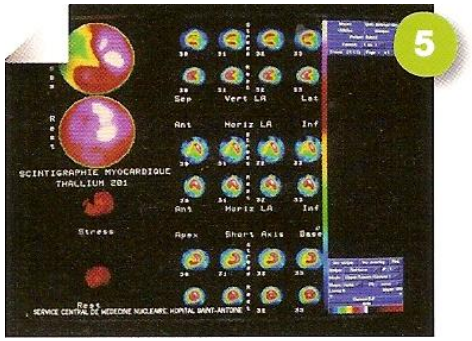
Centrale de Cruas



Sous-marin Le Redoutable

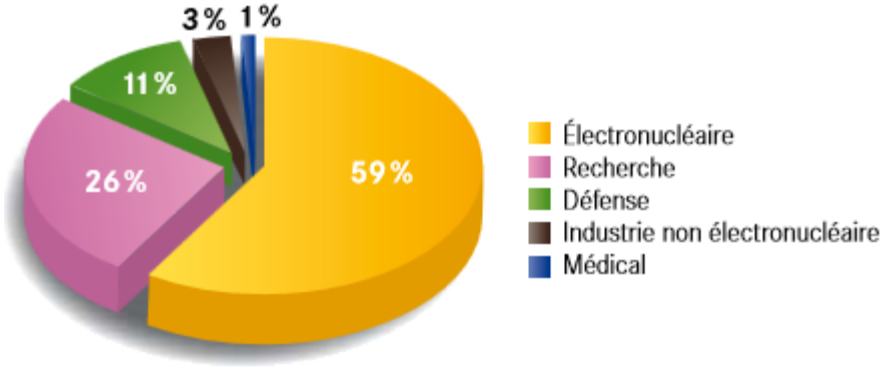
Laboratoire pharmaceutique

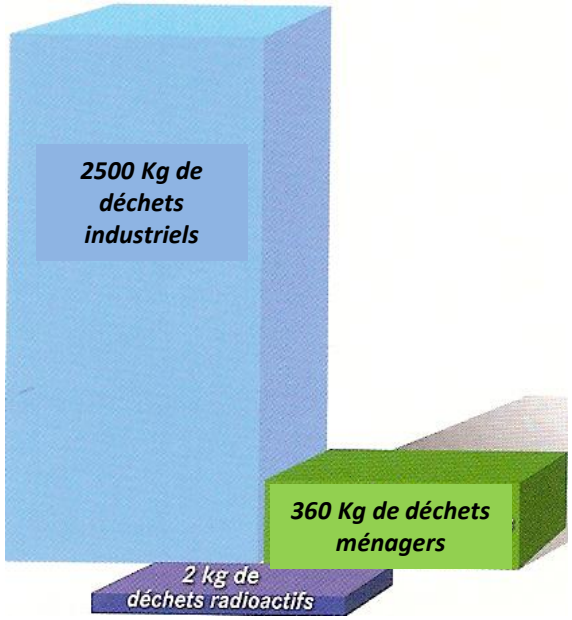
Détecteur de fumée



Scintigraphie cardiaque

Répartition des déchets radioactifs existants par secteur économique





DIFFÉRENTES CATÉGORIES DE DÉCHETS RADIOACTIFS

Il existe 5 catégories de déchets, classée selon leur filière de stockage, leur durée de vie et leur niveau de radioactivité

T F A

Les déchets de très faible activité. Ils proviennent des industries classiques utilisant des matériaux radioactifs (chimie, métallurgie, production d'énergie…). Ils peuvent aussi provenir du fonctionnement, du démantèlement des installations nucléaires. Ils peuvent être stockés en surface

FMA-VC

Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte. Ces déchets proviennent de la maintenance (vêtements, outils, filtres), du fonctionnement d'installations nucléaires, des activités de recherche des laboratoires et de soins des hôpitaux. Ces déchets peuvent être stockés dans des hangars en surface.
Un colis FMA-VC est composé de 20% de déchets et de 80% d'enrobage

FA-VL

Ces déchets recouvrent 2 types : Radifères - Graphite. Les premiers doivent leur nom au Radium utilisé dans l'industrie automobile ou dans la métallurgie fine. Les seconds proviennent du graphite minéral correspondant à du carbone. Ils sont entreposés sur les sites d'EDF, du CEA et d'AREVA. On peut rajouter les paratonnerres, les détecteurs, les peintures, les montres…

© ACS 2013

CATÉGORIES DE DÉCHETS

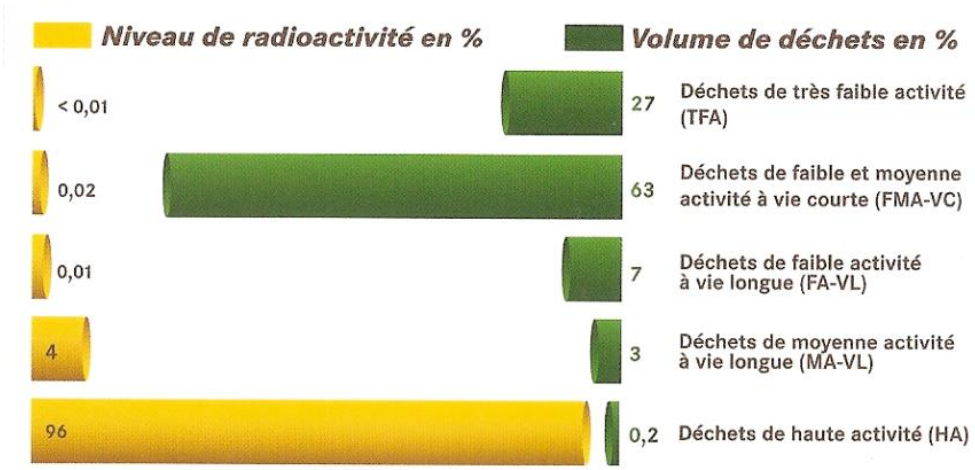
MA-VL

Les déchets de moyenne activité à vie longue. Ils proviennent de l'industrie électronucléaire. Ces déchets sont issus des structures qui entourent le combustible usé et des résidus liés au fonctionnement des installations

H A

Ces déchets de haute activité proviennent du traitement des combustibles usés issus des centrales nucléaires et des produits des installations nucléaires de défense (Ile Longue, Toulon, Valduc, CEA, Cadarache, Marcoule)

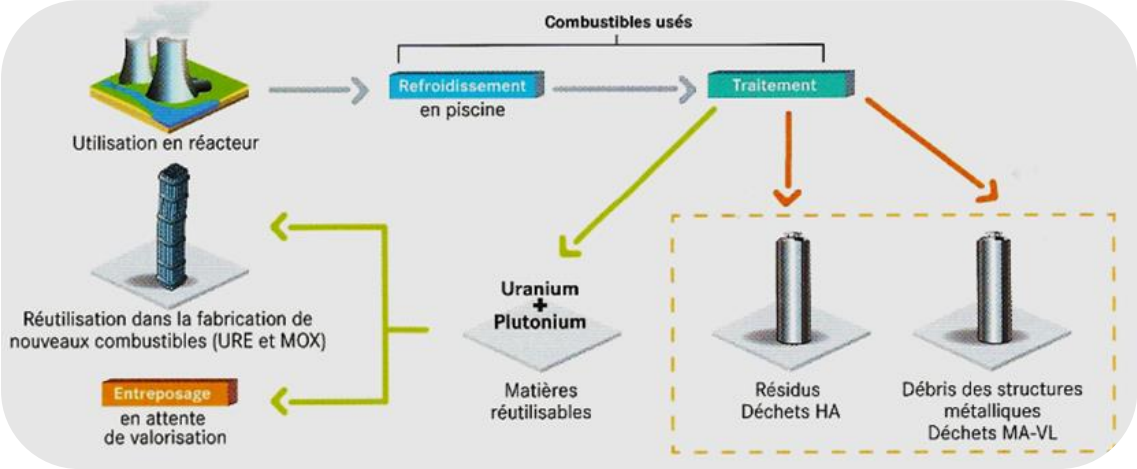
Pour les déchets MA-VL et HA, il existe un projet de stockage profond à 500 mètres sous terre. L'ANDRA est chargé de mener ce projet industriel.
Fin 2012, plus de 800 000 m³ de déchets FMA-VC sont stockés dans les centres



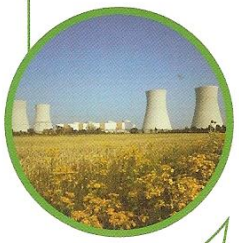
BILAN DE L'INVENTAIRE 2012 DES DÉCHETS RADIOACTIFS EN FRANCE

- *L'inventaire national effectué par l'ANDRA du recensement de l'ensemble des matières et des déchets radioactifs avait pour objet de disposer d'une vision complète de leur nature, de leur quantité et de leur localisation.*
- *Cet inventaire permet de garantir une gestion maîtrisée des déchets français produits et à venir (échéance 2020-30). Il en résulte que la radioactivité est utilisée dans 5 secteurs économiques: l'industrie électronucléaire, la Défense nationale, la recherche scientifique, l'industrie classique, le domaine médical.*
- *Ces déchets sont très variés et pour lesquels aucune utilisation ultérieure n'est prévue. Les déchets sont classés par leur niveau de radioactivité et leur durée de vie estimée. Ils sont donc répartis dans les 5 catégories précitées.*
- *Les utilisations de la radioactivité produisent aussi des matières. Il s'agit de substances pour lesquelles une utilisation ultérieure est prévue. Elles figurent à l'inventaire national. Seuls les déchets radioactifs sont stockés par l'ANDRA.*

Exemple : Le cycle de vie du combustible nucléaire



ITINÉRAIRE D'UN DÉCHET RADIOACTIF



Utilisation des propriétés de la radioactivité
(industrie électronucléaire, médecine, recherche, hôpitaux, chimie, etc.)

Conditionnement,
*chez les producteurs**

Transport vers les Centres de stockage de l'Andra

Prise en charge des déchets
par l'Andra dans ses centres de stockage dédiés, situés dans l'Aube

Tri sur place

Pour les déchets radioactifs issus des hôpitaux, laboratoires de recherche et d'analyse médicale, particuliers... l'Andra prend en charge leur collecte, leur tri, leur conditionnement, leur traitement et leur transport vers ses Centres de stockage.

Pour les déchets ne bénéficiant pas de solutions, ils sont entreposés dans des installations spécifiques.

Production de déchets radioactifs

- **Déchets FMA-VC et TFA**
- **Déchets HA, MA-VL et FA-VL**
- **Déchets à vie très courte** période radio-active inférieure à 100 jours

Décroissance de la radioactivité sur place
Ils sont ensuite gérés comme des déchets conventionnels

Entreposage sur leur lieu de production
(HA et MA-VL) et **entreposage dans l'installation dédiée sur le Cires** *(déchets non électronucléaires) en attendant la mise en service de Centres de stockage dédiés*

Producteurs

Andra

Suite page suivante

© ACS 2013

ITINÉRAIRE D'UN DÉCHET RADIOACTIF (Suite)

Conservation de la mémoire des sites
et transmission aux générations futures après 300 ans

Fermeture des Centres de stockage

Contrôle radiologique
des colis, de leur contenu et de leur conformité aux impératifs de l'Andra grâce notamment au code-barres

Contrôles approfondis
sur des colis prélevés au hasard lors de leur livraison

Traitements éventuels
(compactage, incinération, solidification par exemple)

Stockage des colis

Surveillance des Centres de stockage
Un suivi environnemental est effectué pendant leur exploitation et après leur fermeture

L'Agence Nationale pour la gestion des Déchets RadioActifs

L'ANDRA est un Établissement public à caractère industriel et commercial créé par la Loi du 30 décembre 1991. Tutelle des ministères de l'Énergie, de l'Environnement et de la Recherche. Proche des CEA, AREVA, EDF, CNRS, ASN

- **Mission** - *Elle est chargée de trouver et de mettre en œuvre des solutions de stockage, de conditionner et de stocker les déchets radioactifs en France.*

- **Chiffres clés 2013** - *Prés de 600 salariés répartis sur 6 sites dont :*
  Siège social à Châtenay-Malabry;
  3 centres de stockage; 1 dans la Manche (CSM), 2 dans l'Aube (CIRES-CSA);
  1 en Meuse / Haute-Marne composé d'un laboratoire géologique,
  d'un espace technologique, d'un observatoire de l'environnement…
  Ce centre devrait devenir à partir de 2025 le CIGEO.

Siège social Chatenay-Malabry

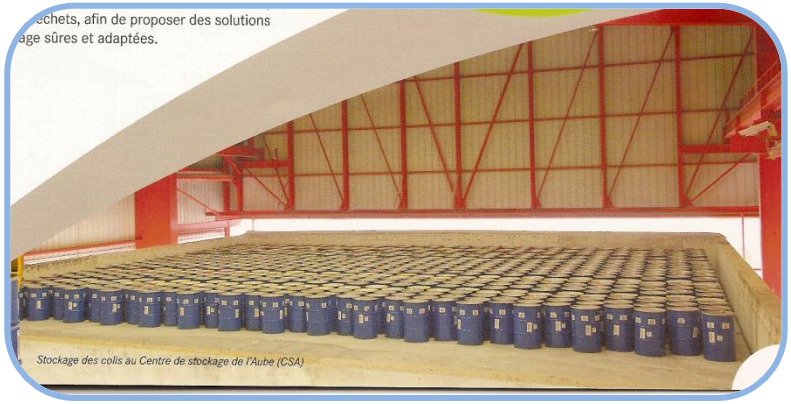
- **Activités** - *Elle exploite les centres de stockage en surface existants pour les déchets FMA-VC et TFA. Elle surveille le CSM fermé. Elle entrepose les déchets non électronucléaires en attente d'un stockage définitif. Elle étudie et conçoit de nouveaux centres de stockage pour les déchets FA-VL, HMA-VL. Elle prends en charge les déchets issus du secteur médical, des laboratoires, de l'industrie, des universités, les objets radioactifs anciens…*

ANDRA

Activités (suite) - *Elle assure l'assainissement des sites pollués par la radioactivité (laboratoire Marie Curie, mines d'uranium en Limousin…). Elle répertorie tous les 4 ans les matières et déchets radioactifs figurant à l'Inventaire National. Elle informe les médias et les publics avec des documents, expositions et visites… Elle conserve la mémoire des centres de stockage pour suivre leurs évolutions et pour les générations futures. Elle valorise son savoir-faire en France et dans le monde (contrats).*

Organisation - *Un Conseil d'administration de membres experts nommés par les pouvoirs publics. Un Comité de direction d'une douzaine de membres. Les directions concernant la recherche, le développement, les programmes, la maîtrise des risques, le projet CIGEO y tiennent une place prépondérante.*

Financement - *Contrats avec des producteurs de déchets radioactifs (EDF, AREVA, Défense, secteur Santé, laboratoires, Universités, CEA… Subventions publiques pour la recherche.*
Budget 2014 : 180 millions €.



Centres de stockage de l'Aube (CSA CIRES)

LE CYCLE DE VIE D'UN DÉCHET RADIOACTIF

Producteurs

Production, tri sur place, conditionnement et transport vers les sites ANDRA (déchets FMA-VC et TFA) du CSM puis du CSA.
Décroissance de la radioactivité sur place (déchets à vie très courte).
Entreposage sur les mêmes lieux (déchets HA et MA-VL) en attendant le CIGEO.
Entreposage dans l'installation dédiée au CIRES (déchets non électronucléaire).

Sites ANDRA de stockage

Prise en charge des déchets, inventaire mémorisation, contrôle radiologique, codes à barre des colis, traitements éventuels (compactage, incinération, solidification).
Stockage des colis, surveillance des lieux et fermeture des centres de stockage.
***Centre de Stockage de la Manche** - CSM. 15 hectares, ouvert en 1969, fermé en 1995. 528000 m² de déchets radioactifs de faible et moyenne activité FMA. Phase de surveillance de 300 ans. Indépendant des installations AREVA La Hague.*

© ACS 2013

Sites ANDRA de stockage (suite)

Centre industriels de l'Aube *- Établissements de Soulaines-Dhuys*

CSA*. Superficie de 95 hectares. 318500 colis de déchets FMA-VC depuis 1992, entreposés à faible profondeur dans d' immenses hangars bétonnés sur 255143 m² correspondant à 25% de la capacité de stockage. En relais du CSM.*

CIRES*. Superficie de 45 hectares. Accueille depuis 2003 les déchets TFA, regroupe et entrepose des déchets non électronucléaires depuis 2012. Capacité maximum de 650000 m³ de colis. Les bâtiments de regroupement et d'entreposage temporaire représente 3000 m². Ils accueillent les paratonnerres, les objets radium, en attendant un bâtiment de stockage dédié.*

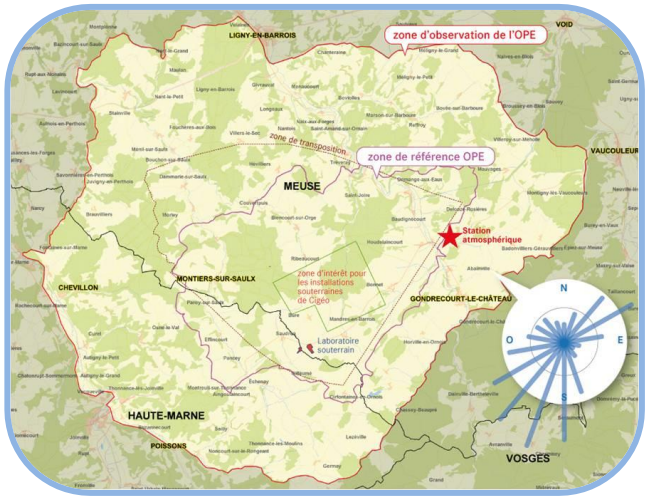
© ACS 2013

LE CENTRE MEUSE - HAUTE MARNE (1)

***But des recherches géologiques**. Confiner durablement les substances radioactives dans une roche argileuse veille de 160 millions d'années (capacité de rétention, faible perméabilité, homogénéité de la couche) qui permettent de retarder la migration de ces produits radioactifs de la sorte que leur impact ne présente peu de risques lors de leur éventuelle sortie.*

*Situé à **Bures-Saudron**, il emploie environ 300 personnes et se compose :*

D'un laboratoire souterrain situé à -490 mètres implanté depuis 2000, outil de recherche pour le stockage réversible profond pour les déchets HA et MA-VL. Environ 1,3 km de galeries expérimentales. 80 laboratoire impliqués dans les actions de recherche.
De grands partenaires: BGS, BRGM, Carnot-Mines, CEA, CNRS, EDF, AREVA, INERIS, INRA, INRIA, LNE, Nancy-Université, Troyes-Université…
3200 capteurs, 33 km de roches carottées, 44000 échantillons analysés, 450 forages.



LE CENTRE MEUSE - HAUTE MARNE (2)

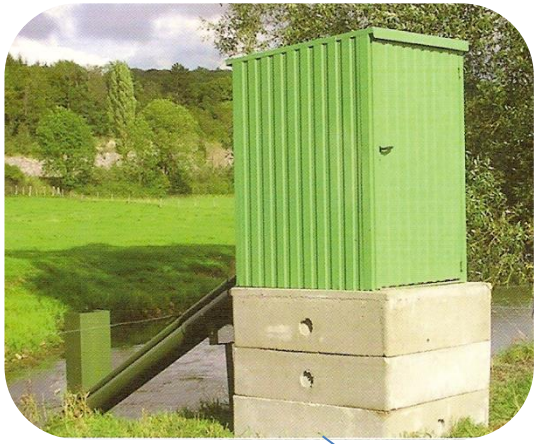
*Un **espace technologique** qui présente le projet CIGEO, à travers l'exposition de maquettes, de robots et de prototypes industriels pour tester et valider les concepts technologiques du stockage (conditionnement colis, manutention, descenderie.*

Ope
Observatoire pérenne de l'environnement

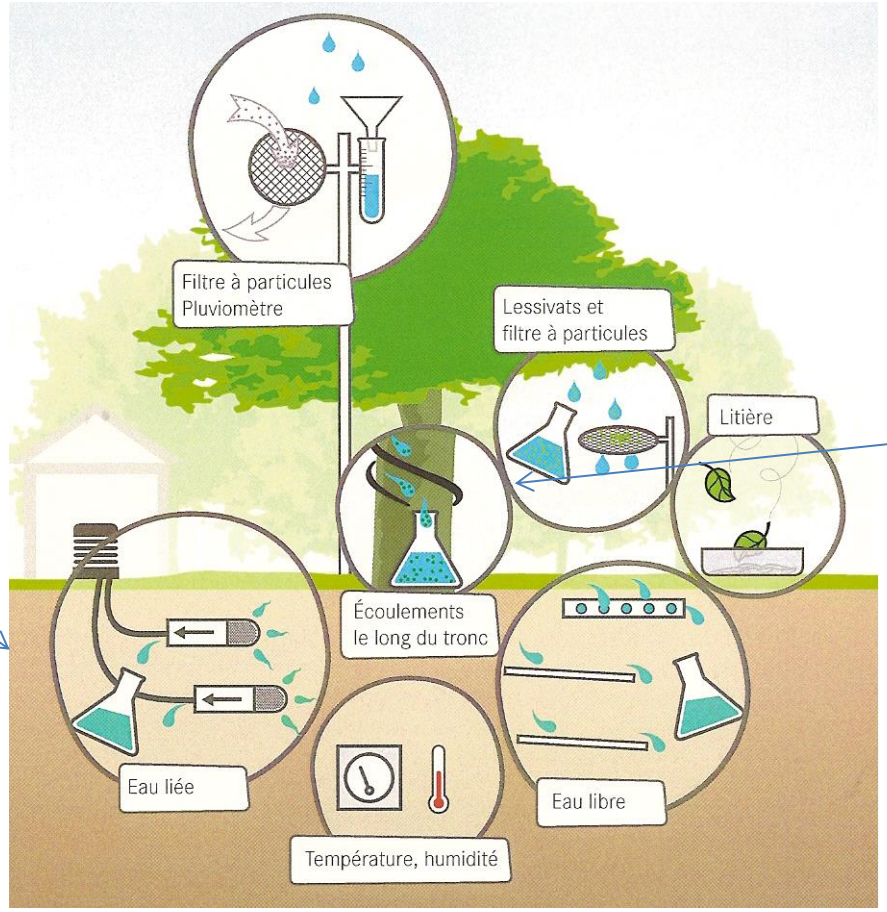
L'Observatoire pérenne de l'environnement. *Unique en Europe, l'OPE étudiera pendant toute la durée d'exploitation (un siècle) de CIGEO, l'environnement sur un territoire de 900 km^2 située en Meuse et en Haute-Marne (sols, air, eau, faune, flore, activités humaines…). Objectifs des programmes de recherche : décrire, comprendre et surveiller, dans une vision à long terme, pour préserver tous les milieux dans une zone de référence de 240 km^2 à partir des stations d'observation.*

*Une **Écothèque** conservatoire sera associée aux travaux de l'OPE.*

LE CENTRE MEUSE - HAUTE MARNE (3)



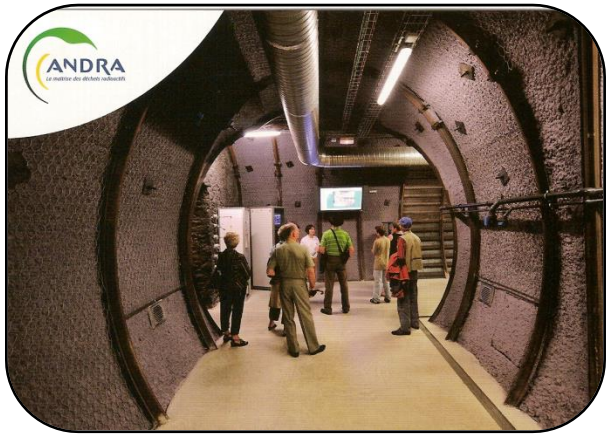
Programme de recherche sur l'environnement



Stations écosystèmes de surveillance

LE CENTRE MEUSE - HAUTE MARNE (4)

Vue actuelle du laboratoire de géologie



Galerie d'exposition

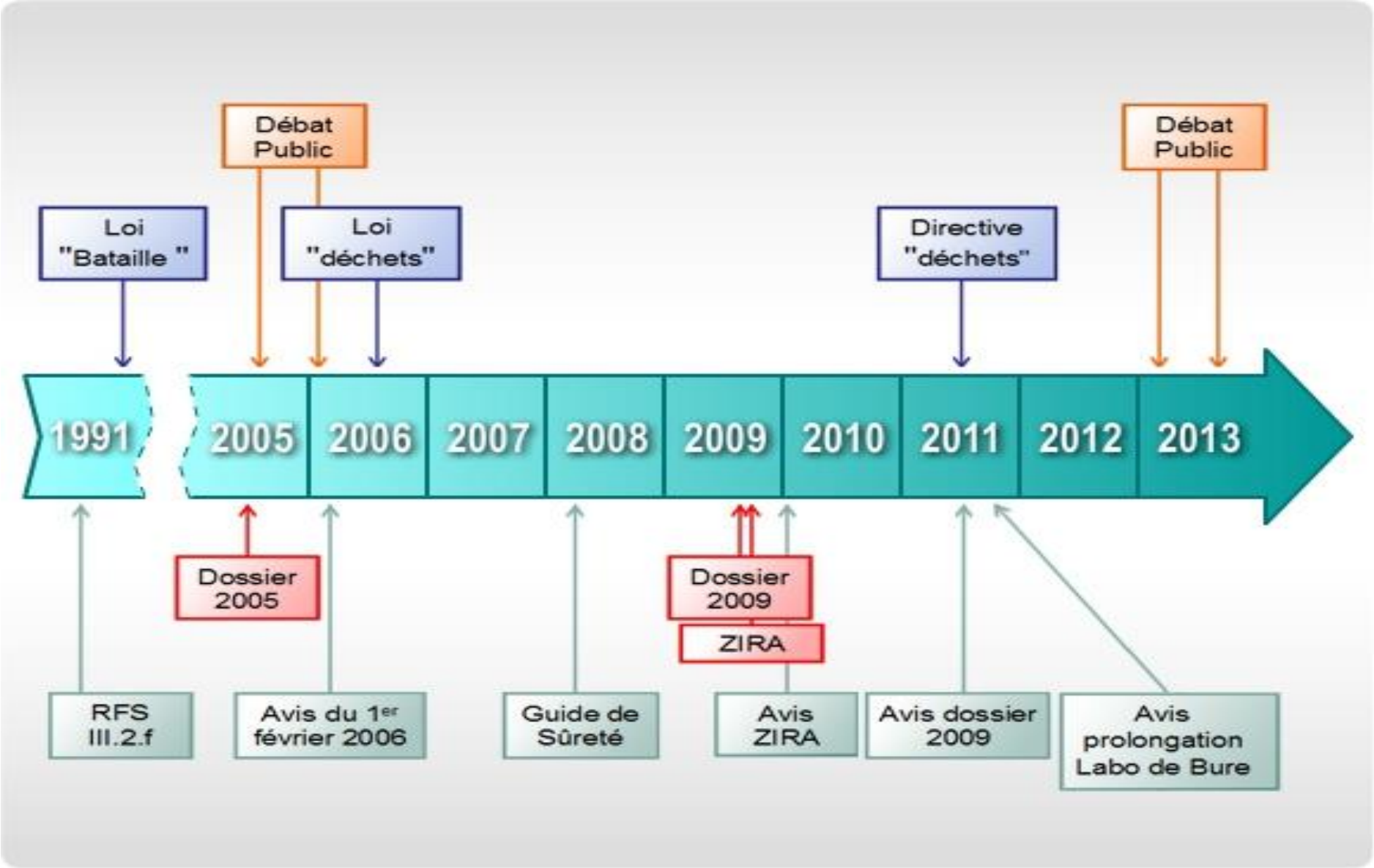
Puits d'accès au laboratoire (-490 m)

LE PROJET CIGEO DE STOCKAGE PROFOND DES DÉCHETS LES PLUS RADIOACTIFS (1)

Un peu d'historique

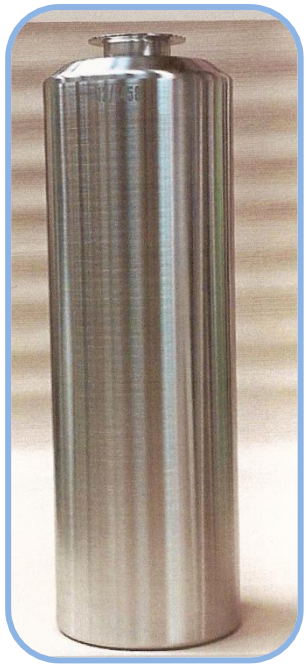
- ***1991*** *: Une loi crée l'ANDRA chargée d'étudier la faisabilité du stockage profond pour les déchets MA-VL et HA. (3% de l'inventaire national)*
- ***1994-1999*** *: Investigations menées sur plusieurs sites possibles en France.*
  1997 *: Sélection du site Meuse / Haute-Marne.*
  1998 *: Enquête publique et choix du CMHM.*
  1999 *: Autorisation d'implantation du laboratoire de géologie.*
- ***2000-2005*** *: Construction du laboratoire souterrain et réalisation des recherches et expérimentations (campagne de forages, exploration de la roche).*
- ***2005-2006*** *: Remise au Gouvernement du dossier de démonstration de la faisabilité du stockage profond des déchets HA et MA-VL. Seconde loi pour concevoir le stockage profond, projet CIGEO.*
- ***2009*** *: Proposition au Gouvernement des zones de 30/250 km^2 pour l'implantation du CIGEO; définition des scénarios d'implantation des installations de surface; présentation des choix techniques concernant la conception, la sureté et la réversibilité du stockage; ouverture de l'Espace technologique pour présenter le projet CIGEO au grand public.*

HISTORIQUE

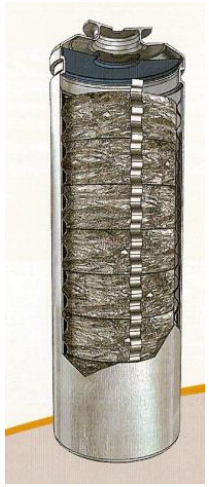

Débat Public
Débat Public
Loi "Bataille "
Loi "déchets"
Directive "déchets"
1991
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
Dossier 2005
Dossier 2009
ZIRA
RFS III.2.f
Avis du 1er février 2006
Guide de Sûreté
Avis ZIRA
Avis dossier 2009
Avis prolongation Labo de Bure

LE PROJET CIGEO DE STOCKAGE PROFOND DES DÉCHETS LES PLUS RADIOACTIFS (2)

- ***2010-2012*** *: Étude des scénarios des implantations; enquête publique pour le renouvellement de l'autorisation; test dans la station de Tournemire (Aveyron) des concepts technologiques par l'IRSN; accord du Gouvernement pour la réalisation des investigations géologiques approfondies.*
- ***2013-2014 :*** *Débat public malgré un blocage d'opposants divers au projet; choix définitif du site CIGEO par le Gouvernement.*
- ***2015*** *: Dépôt puis instruction de la demande d'autorisation de création du CIGEO (plus de 2000 emplois pour un bassin sinistré).*
- ***2017-2019 :*** *Vote d'une nouvelle loi définissant les conditions de la réversibilité du stockage profond. Début de la construction du CIGEO.*
- ***2025*** *: Début de l'exploitation du CIGEO qui durera environ un siècle.*



Prototype d'alvéole



Colis de déchets HA

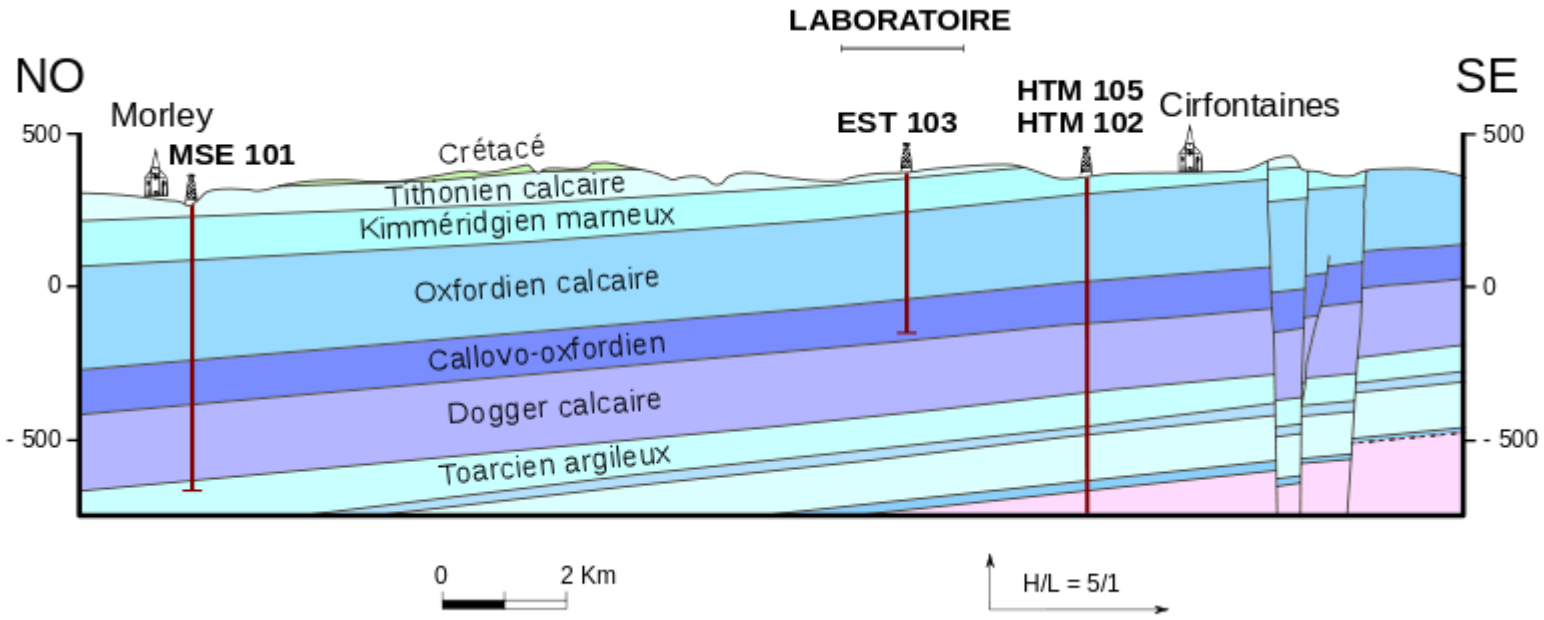
LE PROJET CIGEO DE STOCKAGE PROFOND DES DÉCHETS LES PLUS RADIOACTIFS (3)

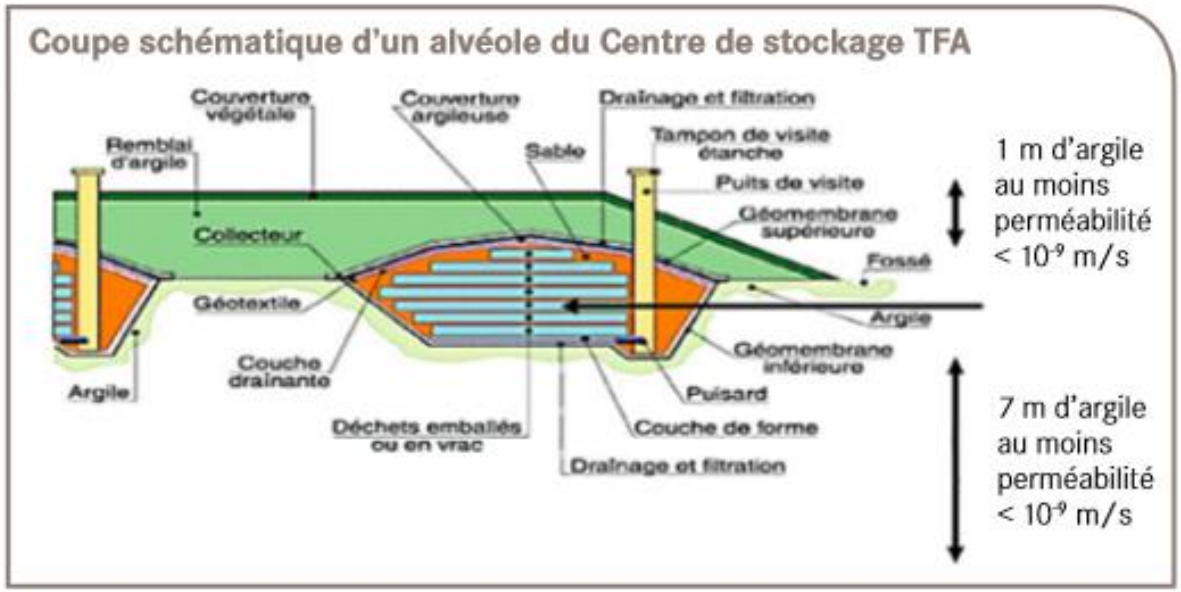
Description du centre de stockage

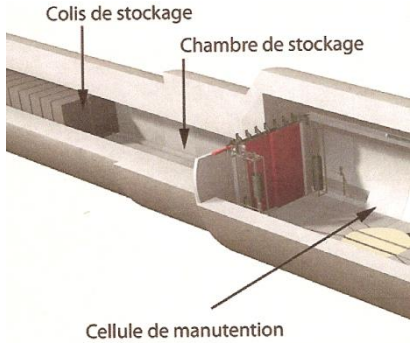
- *Le **CIGEO comprendra 5 zones principales** :*
  - *Réception par fer ou par route et préparation du conditionnement des colis.*
  - *Descenderies des colis dans leur lieux de stockage sans présence humaine.*
  - *Installation souterraine de stockage par type de déchets (HA, MA-VL)*
  - *Puits, ascenseurs de liaison (500 m en 7 minutes)*
  - *Zone support aux travaux souterrains et à l'exploitation du centre.*
- *Une **coopération internationale de grande ampleur**. Les États-Unis, le Canada, la Chine, le Japon, la Corée du Sud, la Suède, la Finlande, la Belgique, la France, l'Espagne, la Suisse, confrontés au même problème, ont décidé de partager les recherches géologiques et les connaissances technologiques pour leur projet de stockage souterrain des déchets les plus radioactifs. Ils s'échangent les informations et participent à des forums mondiaux communs. La D.I. de l'ANDRA joue un rôle éminent dans la diffusion du savoir-faire technique.*
- *Les **déchets HA et MA-VL représentent 98%** de la radioactivité en France. La réversibilité des colis doit donc être assurée. Une loi précisera les modalités.*

© ACS 2013

DESCRIPTION DU CENTRE DE STOCKAGE (2)







La descenderie

DESCRIPTION DU CENTRE DE STOCKAGE (3)

La sûreté sera conçue pour protéger les hommes des déchets stockés. Un dispositif sera mis en place pour prévenir tout risque pendant l'exploitation (robots) et après sa fermeture (surveillance vidéo).

Les déchets seront conditionnés sur les sites de production (CEA, EDF, AREVA, Défense…).
Ils seront acheminés vers le CIGEO (fer, route).

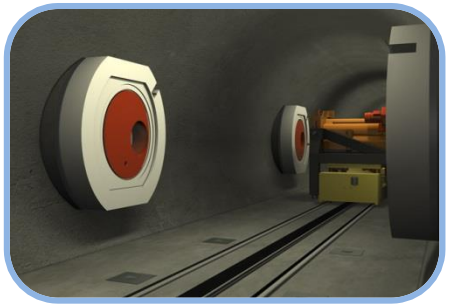
- ***Les installations de surface** comprendront :*
  - *Les installations nucléaires où les colis seront réceptionnés, contrôlés, conditionnés en conteneurs et descendus dans les alvéoles de stockage par la descenderie.*
  - *Les ateliers industriels qui rassembleront tout le soutien logistique nécessaire aux opérations de creusement des tunnels et alvéoles, et de maintenance du site.*
  - *Les bâtiments administratifs (base chantier, restaurant, logement…).*
  - *La zone de dépôts des remblais. Environ 40% seront réutilisés pour la fermeture.*
- ***Les installations de liaison** comprendront :*

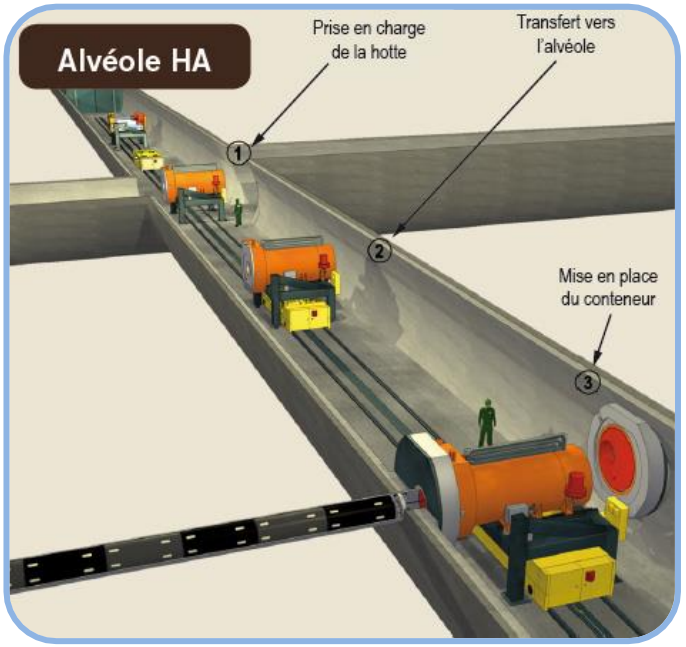
  Des infrastructures relieront les zones de surface aux installations souterraines. Elles permettront de transférer les colis par la descenderie robotisée. Le personnel et les engins de chantier descendront par des puits en zone non active.

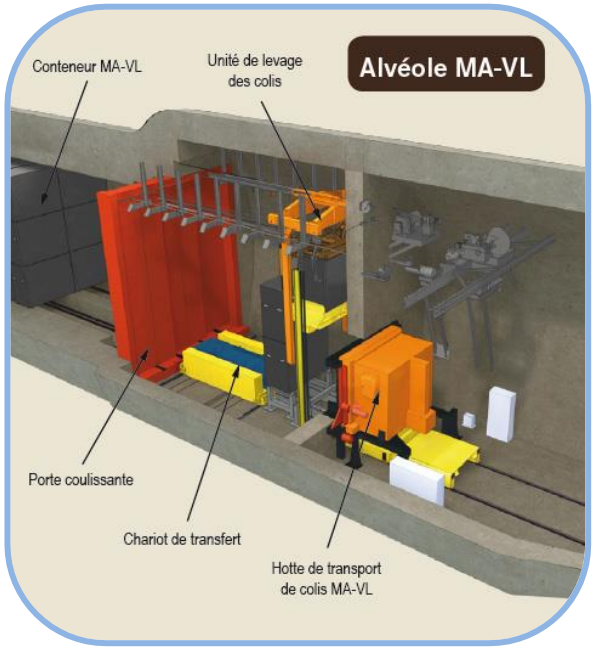
© ACS 2013

DESCRIPTION DU CENTRE DE STOCKAGE (4)

- *Les **installations souterraines** comprendront :*
  - *Un ensemble de galeries d'accès, de tunnels et d'alvéoles de stockage, situés à 500 mètres sous terre dans une couche d'argile Callovo-Oxfordien, stable et homogène.*
  - *Les zones de stockage seront conçues de façon modulaire pour permettre la construction progressives des **alvéoles** et la séparation des déchets selon leurs caractéristiques (HA, MA-VL). L'automatisation des tâches sera poussée au maximum (informatique, robotique…) afin d'éviter la présence humaine.*







CONCLUSION

- *Depuis la loi Bataille de 1991, l'ANDRA est devenue maître d'ouvre pour la gestion des déchets radioactifs qui sont générés par l'activité humaine. Afin de traiter ce problème et remplir la mission que lui ont fixé les Gouvernements successifs, l'ANDRA s'oriente vers le stockage souterrain des déchets les plus radioactifs. La plupart des autres pays font de même. Le projet CIGEO est un formidable défi technologique qui peut placer l'industrie et la recherche française en pointe dans la gestion des déchets. Il importe aussi d'en mesurer les risques pour les populations concernées et leur environnement.*

- *En 2025, si le programme est tenu, la France sera une des Nations les plus avancées dans ce secteur technologique d'activité humaine.*

BIBLIOGRAPHIE

La documentation sur le projet CIGEO, sur l'inventaire national des déchets, sur l'ANDRA est disponible sur le site Internet et lors des visites sur les sites CSM, CSA, CIRES et CMHM. Les médias informent beaucoup sur ce sujet de société.
Les diverses associations disposent de documentations élaborées.

GLOSSAIRE

- ***Activité*** : Niveau de la radioactivité mesurée en nombre de Becquerel (bq)
- ***Atome*** : Élément constitutif de la matière. Chaque atome est formé d'un noyau (protons, neutrons) et d'électrons qui gravitent autour.
- ***Becquerel*** : Unité de mesure (bq) du niveau de radioactivité, du nom d'Henri Becquerel, son inventeur au XIXème siècle.
- ***Colis*** : Contenant (béton ou verre) dans lequel sont placés les déchets.
- ***Déchets de graphite*** : Chemises entourant le combustible des réacteurs nucléaires arrêtés.
- ***Déchets radifères*** : Terres contaminées au radium (matériaux ou minerais d'uranium ou de thorium, sites industriels pollués…).
- ***Entreposage*** : Solution temporaire en attendant le stockage définitif.
- ***Période radioactive*** : Temps durant lequel un atome perd naturellement la moitié de sa radioactivité; Extrêmement variable suivant le type de déchet.
- ***Réversibilité*** : Elle consiste à laisser pendant un siècle aux générations futures le choix de modifier le processus de stockage des déchets radioactifs.
- ***Sievert (sv)*** : Unité de mesure des effets biologiques sur l'homme exposé à la radioactivité. Ne doit pas dépasser 1mSV par an. La France est au-delà !

© ACS 2013

DIVERS OUTILS

Camion vibrateur

Expérimentation de mise en place et retrait de colis HA